
DE LA
RADIOSCOPIE
STÉRÉOSCOPIQUE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Samedi 4 Avril 1908

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Mention « Médecine »

PAR

NASTITCH Nicolas

Né le 23 Mai 1881, à Pristina (Vieille Serbie)

Examineurs de la Thèse :	{	MM. GUILLOZ	prof.-adjoint.	Président.
		CHARPENTIER	professeur . .	} Juges.
		FRÉLICH	agrégé	
		DUFOUR	agrégé	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY
IMPRIMERIE ALBERT BARBIER
4, QUAI CHOISEUL, 4

1908

DE LA RADIOSCOPIE STÉRÉOSCOPIQUE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le Samedi 4 Avril 1908

POUR OBTENIR LE DIPLOME DE

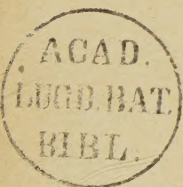
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

Mention « Médecine »

PAR

NASTITCH Nicolas

Né le 23 Mai 1881, à Pristina (Vieille Serbie)



Examineurs de la Thèse :	{	MM. GUILLOZ	prof.-adjoint.	Président.
		CHARPENTIER	professeur . .	} Juges.
		FRÉLICH	agrégé	
		DUFOUR	agrégé	

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

NANCY
IMPRIMERIE ALBERT BARBIER
4, QUAI CHOISEUL, 4

1908

FACULTE DE MEDECINE DE L'UNIVERSITE DE NANCY

Doyen : M. GROSS, O , I .

Assesseur : M. BERNHEIM, , I .

Professeurs honoraires : MM. BEAUNIS, , I ; NICOLAS, I ; PRENANT, I .

Professeurs

Clinique médicale	M. BERNHEIM,  , I  , professeur.
Clinique chirurgicale	M. GROSS, O  , I  , professeur.
Physique médicale	M. CHARPENTIER,  , I  , professeur.
Médecine opératoire	M. CHRÉTIEN, I  , professeur.
Clinique chirurgicale	M. WEISS,  , I  , professeur.
Chimie médicale et toxicologie	M. GARNIER, I  , professeur.
Clinique médicale	M. SPILLMANN, I  , professeur.
Clinique obstétricale et Accouchements	M. A. HERRGOTT, I  , professeur.
Hygiène	M. MACÉ, I  , professeur.
Thérapeutique et Matière médicale	M. SCHMITT, I  , professeur.
Anatomie descriptive	M. ANCEL, A  , professeur.
Physiologie	M. MEYER, I  , professeur.
Pathologie gén. et Pathologie interne	M. SIMON, I  , professeur.
Histologie	M. BOUIN, A  , professeur.
Histoire naturelle médicale	M. VUILLEMIN, I  , professeur.
Clinique ophtalmologique	M. ROHMER, I  , professeur.
Médecine légale	M. PARISOT, I  , professeur.
Clinique des maladies des enfants ..	M. HAUSHALTER, I  , professeur.

Professeurs-adjoints

Clinique d'électrothérapie	M. GUILLOZ, I  .
Pathologie externe	M. VAUTRIN, I  .

Cours complémentaires

Clinique des maladies des vieillards	M. ETIENNE, I  , agr. lib. ch. du cours
Clinique des maladies syphilitiques et cutanées	M. FÉVRIER,  , I  , agr. lib. ch. du cours
Accouchements	M. SCHUHL, I  , agr. lib. ch. du cours
Clinique d'orthopédie ..	M. FRÉLICH, I  , agr. lib. ch. du cours
Clinique d'électrothérapie	M. GUILLOZ, I  , prof. adj. ch. du cours
Fondation de l'Université { pie	M. JACQUES, I  , agr. lib. ch. du cours
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	M. ANDRÉ, A  , agr. lib. ch. du cours.
Clinique des voies urinaires	M. PARIS, A  , chargé du cours.
Clinique des maladies mentales	M. HOCHÉ, A  , agr., chargé du cours.
Anatomie pathologique	

Agrégés en exercice

MM. LAMBERT, I  .	MM. RICHON, A  .	MM. DUFOUR, A  .
L. SPILLMANN, A  .	G. GROSS, A  .	SENCERT.
MICHEL, A  .	FRUHINSHOLZ, A  .	ROBERT, A  .
HOCHÉ, A  .	COLLIN.	

Agrégés libres

MM. REMY, A , FÉVRIER, , I , ETIENNE, I , ZILGIEN, A , FRÉLICH, I , SCHUHL, I , JACQUES, I , ANDRÉ, A .

M. F. LAMBERT DES CILLEULS, , I , Secrétaire.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR TH. GUILLOZ

PROFESSEUR ADJOINT A LA FACULTÉ DE MÉDECINE

DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

INTRODUCTION

La retentissante découverte du célèbre professeur de Wurzburg, offrait aux sciences médicales un nouveau moyen d'investigation. Il n'y a pas encore 13 ans que M. le professeur Röntgen (décembre 1895), faisait, à la Société des Sciences physiques et naturelles de Wurzburg, sa première communication sur ces merveilleuses radiations qui devaient immortaliser son nom, et dont toutes les branches de la médecine se sont emparées déjà : le diagnostic des affections des os et des organes, la thérapeutique, l'anatomie normale et pathologique, la chirurgie, l'odontologie.

La fécondité de cette grande découverte, qui est la meilleure preuve de son importance, est loin d'être épuisée. Tous les jours on voit de nouvelles applications, de découvertes secondaires qui, plus tard, trouveront leur emploi.

Ayant ressenti vivement tout l'intérêt de ces nouvelles recherches et attiré, dès notre enfance, vers l'étude de l'électricité et de ses applications, nous avons dirigé

nos efforts vers cette branche des sciences médicales. Nous sommes heureux de constater que ces sciences nous ont été enseignées par deux savants distingués.

Les savants cours, professés par l'éminent homme des sciences qu'est M. le professeur Charpentier, ont été pour nous une base solide de notre étude en physique biologique, nous aurons pour lui une longue reconnaissance ; sa bonté, sa simplicité, son désintéressement dans ses recherches, nous ont inspiré une profonde admiration que nous garderons toute notre vie.

C'est auprès de M. le professeur Guilloz que nous avons appris toutes les merveilleuses applications de la physique biologique. Nous avons été accueilli avec bienveillance dans sa clinique où il nous a guidé avec sa compétence bien connue dans la manipulation de ces dangereux rayons qui l'avaient frappé lui-même, si cruellement, paraissant vouloir se venger ainsi de la servitude à laquelle il les obligeait, La sûreté de son diagnostic nous a toujours frappé et nous nous souviendrons des savantes leçons qu'il nous a prodiguées. Nous avons à le remercier tout particulièrement de la bienveillance qu'il nous témoigna en acceptant la présidence de notre thèse.

Nos remerciements vont également à M. le professeur agrégé Frœlich, dont les conférences, auxquelles nous nous rendions avec plaisir, nous ont été très profitables, et à M. le professeur agrégé Dufour, qui a accepté de faire partie de notre jury.

Nous ne saurions oublier notre ami G. David, qui fut

pour nous un excellent camarade, et dont l'amitié ne se démentit pas un seul instant.

Avant de quitter la France, où nous avons été hospitalisé d'un accueil charmant et où nous avons trouvé tant de sympathie, nous tenons à remercier tous ceux avec lesquels nous étions en relation, notamment MM. les docteurs M. Durand, Lamy, Henriot, Binet et les habitants de la Villa de la Feuillée.

CHAPITRE I

DE LA RADIOGRAPHIE ET DE LA RADIOSCOPIE

Lorsque la décharge électrique d'une machine statique ou d'une bobine d'induction de Ruhmkorff éclate dans un tube, rempli préalablement d'un gaz et dans lequel on fait le vide jusqu'à un certain degré, on produit l'illumination de ce tube; la coloration des lucurs, ainsi obtenue, varie suivant la nature des gaz dont on remplit le tube. Ce phénomène très curieux, qui a une grande application dans les analyses chimiques, a été signalé pour la première fois par Abria en 1842. Pour une pression de quelques millimètres de mercure, part de l'extrémité du pôle positif, ou anode, une colonne lumineuse qui se dirige vers la cathode, mais s'arrête à une certaine distance et en reste séparée par l'espace obscur de Faraday. Si l'on pousse progressivement la raréfaction, la bande lumineuse positive

s'élargit, mais pâlit et finit par disparaître. Ainsi, Hittorff, en 1865, ayant réussi à faire le vide presque absolu dans un tube de Geissler, démontrait la non conductibilité du vide parfait. Il observa, sans y attacher d'importance, que le verre du tube devenait fluorescent avec une coloration particulière. Ce n'est qu'en 1879 que Crookes étudia plus profondément ce phénomène. Il concluait que des rayons invisibles, partant de la cathode, viennent frapper la paroi opposée, quelle que soit la position de l'anode, et lui impriment un ébranlement particulier. Crookes considère ces rayons obscurs comme matériels et attribue la fluorescence du verre à une sorte de bombardement opéré par la matière radiante. M. Liénard a étudié ce phénomène dont il a découvert plusieurs propriétés et lui a donné le nom de rayons cathodiques.

En 1895, le docteur Röntgen découvrit que les parties du tube qui étaient frappées par les rayons cathodiques, projetaient des radiations d'une autre nature, traversant le verre partiellement et beaucoup d'autres corps qui sont opaques aux rayons lumineux et auxquelles il donna le nom de rayons X. Pour améliorer le fonctionnement des ampoules de Crookes, M. H. Jackson a imaginé le tube focus ; la cathode concave, au lieu de projeter des rayons cathodiques sur la paroi même de l'ampoule de verre, les projette en les concentrant sur une lame de platine, inclinée à environ 45° sur l'axe du tube ; c'est là que les rayons X prennent naissance. La concentration des rayons cathodiques sur l'anticathode ne dépend pas seulement de la forme de la cathode ; elle dépend aussi de l'état

statique du tube qui elle-même dépend de la forme du tube.

On fait aussi des tubes focus bianodiques, c'est-à-dire munis de deux anodes ; dans ce cas, l'anode qui supporte le miroir incliné, s'appelle l'anticathode.

L'anticathode est le siège d'un échauffement qui pourrait devenir excessif et il faut prendre des précautions pour qu'elle résiste à cet échauffement. On peut la refroidir par différents moyens : en donnant une grande masse à l'anticathode ; en établissant un courant d'eau à son niveau.

Il est à remarquer que le degré du vide d'un tube augmente avec la durée de son fonctionnement, parce que les molécules gazeuses qu'il contient sont absorbées en partie par les parois du verre, ainsi que par les miroirs métalliques intérieurs ; le tube devient alors dur, c'est-à-dire d'autant plus résistant que l'on se rapproche davantage du vide isolant, réalisé dans les expériences de Hittorff. On peut y remédier, c'est-à-dire ramollir le tube, par trois moyens : par le chauffage des parois ; par l'osmo-régulateur de Villard, basé sur la propriété qu'a le platine de devenir poreux (pour l'hydrogène) lorsqu'on le chauffe et laisse ainsi passer le gaz ; en dégageant d'un corps, placé dans une partie accessoire du tube, des gaz soit sous l'influence de la chaleur, soit sous l'influence d'étincelle électrique. Ainsi on employait la potasse (Kalbaum), la chaux (Guilloz), des filaments de verre (Krouskolh), etc., ou des corps qui, sous l'influence de l'étincelle électrique, cèdent des gaz, ainsi M. Guilloz emploie l'étain, l'hydrure de calcium et divers oxydes.

La véritable nature des rayons X n'est pas encore connue avec certitude. Röntgen, après avoir vainement essayé de produire des phénomènes classiques de l'optique, telle que l'interférence et la polarisation, délaissa l'idée que les rayons X sont dus, comme la lumière, aux vibrations transversales de l'éther, et émit l'hypothèse qu'ils sont dus à des vibrations longitudinales de l'éther. Cette idée ne prévalut pas. Beaucoup de physiciens aujourd'hui assimilent les rayons X à des rayons lumineux, dont la longueur d'onde serait beaucoup plus petite : que celle des radiations visibles, ce serait des radiations ultra-ultra-violettes.

La théorie la plus généralement acceptée est celle de sir George Stokes et qui fut reprise par M. Wieckest, d'après laquelle les rayons X seraient dus à une succession de pulsations indépendantes de l'éther partant des points où les molécules, projetées par la cathode du tube de Crookes, rencontrent la région anticathodique. Ces pulsations ne sont point des vibrations continues comme les radiations spectrales ; elles sont isolées, extrêmement courtes et transversales, comme les ondes lumineuses.

Enfin, d'après M. Gustave Le Bon, les rayons X seraient faits par la désintégration des atomes de la matière. Ils représenteraient l'extrême limite de la matière, une des dernières étapes de la matière qui s'évanouit avant de retourner à l'éther.

Avant d'étudier la radiographie et la radioscopie, nous rappellerons les propriétés fondamentales des rayons X qui sont la base de celles-ci.

Les rayons X se propagent en ligne droite et ils ne

subissent ni réfraction ni réflexion. Cette propriété, exclusive aux rayons X, permet d'obtenir des silhouettes nettes. En effet, si les rayons X suivaient la loi de réfraction, l'ombre de certains corps opaques petits n'existerait pas. Cependant, en rencontrant certains objets, ils projettent de tous les côtés des rayons secondaires qui manifestent certaines propriétés des rayons cathodiques. Ces rayons secondaires sont gênants pour la radiographie et la radioscopie.

Les rayons Röntgen percent tous les obstacles avec une facilité plus ou moins grande, suivant leurs espèces et la nature des corps traversés (1). C'est cette propriété de pénétration variable des rayons X à travers les corps, qui est la base de la radiographie et de la radioscopie. Les différents tissus de l'économie animale n'absorbent pas également les rayons X. Les muscles sont plus transparents que les os et moins transparents que les poumons ; l'opacité des organes spléniques varie suivant qu'ils sont plus ou moins gorgés de sang. Cette méthode d'investigation repose sur l'examen de la répartition quantitative des rayons X, après qu'ils ont traversé les tissus. Ils donnent alors des ombres, des silhouettes devant rappeler les particularités diverses de l'objet au point de vue de son opacité (2).

Ces rayons X ne sont pas visibles directement,

(1) BECLÈRE. — Lois générales de la transparence de la matière aux rayons X. Archives d'électricité médicale, août 1902.

(2) Voyez dans le Traité de Physique biologique de MASSON, 1894, le chapitre de l'endoscopie de M. GUILLOZ.

quoiqu'on ait démontré qu'ils impressionnent un peu la rétine, *ils impressionnent la plaque photographique. Ils excitent la fluorescence de certaines substances* telles que tungstate de calcium, platino-cyanure de baryum. Cette propriété permet de les déceler et de comparer deux quantités de rayons X sur un écran.

La quantité de rayons X, absorbée par une surface, varie en raison inverse du carré de sa distance à l'anticathode. Il en résulte que, pour bien impressionner un écran sensible, on ne peut pas opérer à une trop grande distance. D'autre part, lorsqu'on approche trop la source des rayons X de l'écran, l'ombre des corps examinés est déformée. On doit choisir convenablement cette distance, pour une intensité des rayons X donnée pour que l'ombre ne soit pas déformée et pour que l'écran soit suffisamment impressionné.

L'inclinaison de la surface d'un corps fait aussi faire varier la quantité des rayons X absorbée : *elle varie en diminuant comme le sinus de leur inclinaison sur la surface qu'ils rencontrent.* Il est donc avantageux de disposer l'écran sensible perpendiculairement à la direction des rayons X.

En appliquant ces différentes propriétés, il est facile de faire une radiographie ou une radioscopie. En interposant un objet entre une source des rayons X et un écran formé d'une plaque photographique ou d'un carton imprégné d'une substance fluorescente, on obtient une ombre formée des différentes opacités de l'objet examiné. Si l'objet est formé d'une substance homogène et que l'épaisseur de cette dernière soit la même sur tous les points de la surface exposée aux

rayons X, l'ombre est uniforme. Le contour de l'image est une projection conique, ayant pour le sommet le centre d'émission des rayons et pour directrice le pourtour de l'organe. L'image est toujours plus grande que l'objet avec les déformations pour tout ce qui est éloigné du rayon dit normal.

Supposons maintenant le cas d'un objet formé de substances hétérogènes, comme c'est le cas d'une région quelconque du corps humain, présentant des différentes épaisseurs traversées par les rayons X. Ces derniers seront absorbés d'une façon inégale sur tel ou tel point de la surface de l'objet. Il en résulte qu'outre la silhouette de l'objet sur l'écran, on aura une image où, par suite d'une inégale répartition des rayons X, l'ombre ne sera pas uniformément éclairée. Ces différences d'éclairage de l'écran, nous renseignent sur les particularités diverses de l'objet au point de vue de son opacité.

Dans le corps humain, les différences de contraste données par les différentes parties molles sont souvent si minimales qu'il est nécessaire d'avoir recours à certains artifices radiographiques pour les faire apparaître. C'est ainsi que M. Guilloz, en utilisant des rayons très mous, mais produits en grande quantité, a obtenu sur les radiographies du pied les silhouettes des ligaments (1).

(1) Revue Médicale de l'Est, 1902.

CHAPITRE II

AVANTAGES COMPARATIFS de la Radiographie et de la Radioscopie

Les services que rendent à la médecine la radiographie et la radioscopie sont énormes. On ne fixe plus un membre cassé, on ne réduit plus une luxation, sans l'examen radiographique ; un corps étranger introduit par accident dans notre économie, n'est plus retiré sans avoir recours aux rayons X, pour sa localisation et très souvent c'est le seul diagnostic pour affirmer l'existence d'un corps étranger dans notre organisme ; combien de tumeurs, de collections de différentes natures, d'anévrismes auraient été méconnus sans le radio-diagnostic. Les rayons X ont rendu aussi des grands services à l'obstétrique, par cette méthode on détermine la position du fœtus, le pronostic de l'accouchement par la mensuration des diamètres du bassin. Toutes les branches de la médecine ont recours à cette nouvelle méthode du diagnostic.

Malgré l'importance que les rayons X ont pris dans les sciences médicales, les procédés d'investigations des différentes affections sont loin d'être parfaits et commodes. Cependant en associant suivant le cas, les deux méthodes, la radiographie et la radioscopie, ou en employant de préférence l'une de ces deux méthodes, on peut arriver à des résultats, qui font un apport aux autres signes cliniques auxquels il ne viendrait jamais inutilement corroborer.

Dans beaucoup de cas lorsque nous ne sommes pas liés par un mode opératoire fixé d'avance, nous devons toujours examiner notre sujet à l'écran avant de le radiographier pour trouver le plan d'examen de choix.

Une méthode peut suffire pour nous donner tous les renseignements mais si dans beaucoup de cas on peut les employer indifféremment, il y a des circonstances où l'une de ces deux méthodes s'impose de préférence. En général il est préférable de radioscopier un organe en mouvement que de le radiographier.

Dans les lésions thoraciques les données fournies par la radiographie ne nous donnent pas tous les renseignements que peut nous fournir la radioscopie (1). En effet il suffit de rappeler que les mouvements respiratoires et cardiaques font varier l'image à chaque instant pour démontrer que les ombres portées ne sont qu'un ensemble d'images des différentes positions

(1) DESTOT. — Données comparatives de la radiographie et de la radioscopie dans les lésions thoraciques — Société nationale de Médecine de Lyon, 1902.

occupées par les organes. M. Guillemainot par un appareil fort ingénieux où le pouls donnait lui-même l'excitation à une bobine, a essayé de ne prendre qu'une phase de l'évolution du cœur.

M. Guilloz, préconise un moyen pour obtenir des radiographies des organes thoraciques : c'est en produisant des rayons X, seulement une phase respiratoire en inspiration ou en expiration. On peut aussi essayer la radiographie instantanée (1).

La radioscopie donne des renseignements que ne peut, en général, donner la radiographie ni aucune méthode clinique. Elle renseigne sur la physiologie normale et pathologique du diaphragme, sur la densité pulmonaire et sur ses variations dans les divers états pathologiques dans l'inspiration et dans l'expiration. Elle montre les déplacements du cœur pendant la respiration normale et pendant la respiration forcée ou au contraire sa fixité dans les péricardites, les dextrocardies acquises, ou les sinistrocardies. L'étude des affections de l'aorte ne saurait se passer de ce précieux contrôle.

Les organes abdominaux sont constamment en mouvement : le diaphragme par son abaissement pendant la respiration fait augmenter la pression intraabdominale et déplace les organes de son voisinage ; les intestins sont animés d'un mouvement péristaltique ce qui fait changer la position, à chaque instant, aux anses intestinales. Un corps étranger dans ces organes se

(1) LAMY. -- Corps étranger du tube digestif. Thèse Nancy, 1907.

déplace en même temps et la radiographie nous montrera difficilement le corps ; il vaut mieux avoir recours à la radioscopie sur laquelle nous pouvons suivre le déplacement du corps étranger.

Outre ces avantages d'ordre extrinsèque la radioscopie présente sur la radiographie d'autres avantages qui la font préférer souvent dans les cas où la radiographie est appliquée.

Pour faire une radiographie il faut disposer de tout un matériel de photographie et une fois qu'on a impressionné la plaque photographique, la pose étant souvent cinq minutes et plus, il faut la développer, ce qui demande un temps plus ou moins long. Supposons que nous devions examiner une région sous différents angles nous sommes obligés de prendre autant de poses ; tandis qu'en radioscopie les images sont faites instantanément, le seul inconvénient c'est qu'on est obligé pour augmenter la sensibilité de la rétine de rester pendant 5 à 10 minutes dans l'obscurité avant d'examiner l'image fluoroscopique, (1) mais une fois que l'œil perçoit bien l'image de l'écran on peut faire varier l'angle d'incidence des rayons X comme on veut. Dans la localisation des corps étrangers par la méthode de M. Guilloz, au moyen de deux projections la méthode radioscopique est de beaucoup plus expéditive, et l'erreur commise par la méthode radioscopique n'est pas excessive ; les résultats sont suffisants pour la pratique.

(1) BECLÈRE — Etude physiologique de la vision dans l'examen radioscopique. Arch. d'Elect. Méd. 1904.

Malgré ces avantages manifestes de la radioscopie sur la radiographie, cette dernière méthode est encore très employée. La principale raison en est la fixité de l'image. Le plus souvent le radiographe est chargé de fournir des résultats de son examen, à d'autres personnes, ce qui fait qu'on pratique cependant plus souvent la radiographie que la radioscopie.

CHAPITRE III

INCONVÉNIENTS

dans l'examen radioscopique et radiographique. — Avantages de la Stéréoscopie.

Une image radiographique ou fluoroscopique est une projection conique d'un corps sur l'écran sensible, le centre du cône étant l'anticathode et la génératrice; la ligne qui joint le centre d'émission des rayons X à un point du pourtour du corps examiné. Il en résulte que l'image est toujours plus grande que l'objet, et il s'ensuit une déformation des différents détails. Cette déformation est d'autant plus grande que l'on s'éloigne du rayon dit normal qui est la perpendiculaire abaissée de l'anticathode à l'écran sensible. Cet inconvénient est surtout manifeste lorsqu'on soumet une région épaisse aux rayons X, et que l'on est obligé d'approcher trop le tube de l'écran. Ce défaut est en partie supprimé avec l'emploi des nouveaux tubes de M. Guilloz,

qui permettent de radiographier des régions très épaisses telle que le bassin à de très grandes hauteurs. Dans certaines expériences il a obtenu cette radiographie à 3 mètres de distance.

Dans ces cas les rayons émanés de l'anticathode se rapprochent de la normale et deviennent presque parallèles et la projection conique se rapproche de la projection orthogonale.

On peut y remédier aussi par des orthoradiogrammes qui donnent l'évaluation exacte des contours. Ce sont des procédés qui permettent à l'aide de deux projections sous les incidences différentes, la reconstitution exacte dans l'espace, par des constructions géométriques ou des calculs, de la situation des points importants et donnent ainsi les mesures radiographiques (1). Cette méthode est très longue et nécessite une double projection. On la remplace par des sciagrammes et des fiches orthogonales du Dr Guillemillot (2), préparées d'avance et servant de comparaison au radiogramme de la même région.

Il existe une autre méthode très commode et permettant d'obtenir la projection orthogonale très rapidement : c'est l'orthodiagraphe du Docteur Lévy-Dorn. Cet appareil permet de déplacer en même temps et le tube de Crookes et l'écran fluorescent de manière à pouvoir faire passer le rayon normal par tel point de l'image radioscopique désiré.

Nous avons vu chez M. Guilloz son orthodiagraphe

(1) GUILLOZ. — Procédé pour les localisations précises des corps étrangers dans l'organisme. C. R. A. S.

(2) GUILLEMINOT. — Congrès d'Angers, Août 1903.

bien avant la description de celui de M. Lévy-Dorn. Il présente encore l'avantage qu'on peut prendre le tracé des organes examinés sur un papier grâce à un crayon qui marque les points par suite de la pression transmise au moyen d'une poire qu'on tient dans une main (1).

Il existe un autre inconvénient de l'image radiographique ou radioscopique qui consiste à ce que cette image ne nous donne aucune indication sur l'ordre de superposition des plans et sur les distances qui séparent ces derniers. La superposition d'un trop grand nombre de détails sur la même surface peut rendre difficile, sinon impossible, la compréhension de l'image. En observant cette image nous devons reconstituer, grâce à nos connaissances anatomiques antérieures, l'objet dans l'espace et notre cerveau fabrique en quelque sorte une vision stéréoscopique. Mais si un corps étranger vient donner son image sur la plaque sensible ou que les rapports normaux existant entre les éléments qui constituent une région anatomique, viennent d'être changés, nous n'avons aucun renseignement sur leurs nouveaux rapports respectifs en profondeur. Ce n'est pas le cas comme pour une image photographique ou un tableau, où le relief monoculaire existe.

Ce relief est fabriqué dans notre cerveau (Th. Guilloz) (2), soit par les connaissances antérieures que nous avons des objets, soit par le rapport qui existe entre les grandeurs réelles des objets dont nous avons

(1) Docteur LAMY. — Corps étranger du tube digestif. Thèse Nancy, 1907.

(2) GUILLOZ. — Rapport au Congrès de Milan sur la radioscopie stéréoscopique.

la notion et leur image rétinienne, soit enfin par des efforts nécessaires pour mettre au point de vision nette les objets situés sur des plans différents. L'infériorité des images radiographiques et radioscopiques sur les images photographiques, consiste encore en ce qu'il manque des notions susceptibles de servir à l'interprétation du relief : les grandeurs relatives des objets, suivant leur distance du point d'observation, le recouvrement des objets, la suppression des parties cachées, les lignes brillantes, les reflets, les effets de lumière et les ombres portés.

Aucun de ces détails ne figure sur une image obtenue par les rayons X, et seules nos connaissances anatomiques antérieures peuvent nous guider dans une petite mesure pour évaluer la profondeur.

On arrive à une détermination exacte de la répartition des différents points de l'objet dans l'espace, grâce à certaines constructions géométriques et à des calculs.

On prend deux projections différentes, perpendiculaires l'une à l'autre ou obliques et c'est par l'interprétation comparée de ces deux projections rapportées l'une à l'autre que l'on acquiert les notions des rapports dans l'espace des différentes parties de l'objet. C'est le procédé employé en géométrie descriptive, avec cette différence qu'on a ici des projections orthogonales et pour mensuration des rapports dans une double radiographie il faut transformer la projection conique en projection orthogonale. M. Th. Guilloz s'est aussi servi de deux projections sur la même plaque, prises à deux hauteurs différentes suivant la même perpendiculaire qui est l'axe de la région examinée. Procédant ainsi, il

est arrivé par des constructions géométriques et par des calculs à faire la topographie entière du bassin avec une grande précision (1).

Ces méthodes très longues sont avantageusement remplacées par l'emploi de la stéréoscopie à l'examen des épreuves radiographiques et radioscopiques. On conçoit l'importance de cette méthode qui nous permet, assez rapidement, d'examiner une région avec apparence réelle des différentes parties, avec la localisation réelle de différents points et permettant des mesures rapides et précises des rapports entre ces différents points.

(1) Th. GUILLOZ, — Comptes rendus de l'Acad. des Sciences.

CHAPITRE IV

RADIOGRAPHIE STÉRÉOSCOPIQUE

La première application de la stéréoscopie à la radiographie est due à MM. Imbert et Bertin-Sans, de Montpellier [30 mars 1896] (1). Mais cette priorité semble peu importante dans cette question, puisque cette orientation a été tellement naturelle qu'elle s'est faite simultanément de tous côtés. Les premières applications de la radiographie stéréoscopique se faisaient dans les recherches anatomiques. Les premières radiographies stéréoscopiques, correctes, pouvant servir à l'étude anatomique du corps humain, ont été réalisées par M. Guilloz. Déjà, en octobre 1896, au Congrès de photographie de Bar-le-Duc, MM. Guilloz et Jacques ont présenté des radiographies stéréoscopiques de cerveaux de fœtus injectés dans le but de recherches anatomiques.

(1) IMBERT BERTIN-SANS Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 30 mars 1906.

ques. Plus tard, au Congrès de la Société d'otologie et de laryngologie, en 1898, ils ont présenté des vues stéréoscopiques des cavités de l'oreille interne injectées pour indiquer la situation des cavités labyrinthiques.

Le 2 novembre 1896, MM. Remy et Contremoulin ont présenté à l'Académie des Sciences une note sur l'application des rayons X aux recherches anatomiques. Ce n'est que le 25 novembre de la même année que M. Destot publiait ses travaux.

Au mois de mars 1897, MM. Marie et Ribaut ont présenté leur première communication sur la question.

Depuis les travaux se sont multipliés et cette méthode a été appliquée un peu partout.

En novembre 1904, M. Guilloz inaugurait une nouvelle méthode de la radiographie et radioscopie stéréoscopique : c'est la méthode des réseaux. Le principe de la méthode, appliquée à la photographie ordinaire, est due à M. Bertier (Cosmos, le 23 mai 1896), mais ce n'est qu'après l'Exposition de Saint-Louis, lorsque M. Gaumont rapportait en France les épreuves photographiques, obtenues par la méthode des réseaux et que M. Violle présenta à l'Académie des Sciences, que M. Guilloz a appliqué cette méthode à l'étude des rayons X (1). Cette méthode permet de réaliser une vue stéréoscopique par l'examen d'une seule épreuve et sans le stéréoscope. M. Estanave a repris cette méthode et l'a appliquée dans le relief stéréoscopique en projection pour la photographie des objets ordinaires (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 29 octobre 1906).

(1) GUILLOZ. — Comptes rendus Réunion biologique de Nancy, 27 novembre 1907.

Dans cette méthode des réseaux appliquée à la radiographie et la radioscopie, la difficulté consiste dans la construction des réseaux.

A. — Stéréoscopie radiographique au moyen du stéréoscope et des deux épreuves

Cette méthode consiste à obtenir, par l'examen de deux épreuves au moyen d'un stéréoscope une apparence réelle de l'objet dont l'image se trouve sur les deux épreuves.

Pour avoir cette apparence réelle, il faut que les deux perspectives soient prises dans des conditions correctes, c'est-à-dire il faut réaliser les épreuves sur un plan de deux points de vue différents, dont la distance est égale à celle entre les deux yeux, soit 65 à 66^{m/m} et de plus, choisir une distance convenable entre ces deux points de vue et l'objet.

Etudions ces deux conditions :

a) Lorsque les deux perspectives sont prises dans des conditions correctes et qu'on les examine en présentant à chaque œil l'épreuve correspondante, on a la sensation de voir l'objet à la même distance que celle des points de vue, en vrai grandeur et avec les détails de relief juste. M. Guilloz a étudié les variations de l'image d'un objet lorsque les deux perspectives ne sont pas prises dans de bonnes conditions, c'est-à-dire que la distance de 66^{m/m} entre les deux points de vue n'est pas respectée (1). Dans ce cas-là, cette distance appe-

(1) Congrès de Milan. — GUILLOZ. Rapport sur la radioscopie stéréoscopique.

lée Δ est plus grande ou plus petite que $66^{m/m}$. Dans toutes les conditions, l'examen de deux perspectives nous donne l'illusion d'une image avec le relief, seulement cette image sera plus grande ou plus petite que l'objet. Si $\Delta > 66^{m/m}$ l'examen des deux épreuves nous donnera une image plus petite et cette dernière aura subi une réduction de toutes ses dimensions dans le rapport de $\frac{66^{m/m}}{\Delta}$ et se trouvera rapprochée dans la même proportion. Lorsque $\Delta < 66^{m/m}$ la projection du corps sera une augmentation de toutes ses dimensions dans le rapport $\frac{66}{\Delta}$ et se trouvera éloigné dans la même proportion.

b) Pour ce qui est de la distance de l'anticathode à la plaque, elle doit être choisie convenablement pour qu'il y ait la fusion de deux perspectives. Elle varie en effet suivant l'épaisseur de l'objet à examiner. Pour les objets de petite dimension, le relief s'accroît à mesure qu'on les approche des yeux jusqu'à une distance à partir de laquelle la vue stéréoscopique est impossible. MM. Marie et Ribaut, qui ont étudié cette question, donnent une formule réglant cette distance D en fonction de l'écartement des yeux Δ et de l'épaisseur de l'objet P. $\Delta = \frac{D(D + P)}{50 P}$

M. Guilloz conseille une méthode plus pratique pour trouver la distance minimum pour la vision stéréoscopique. Il suffit de placer devant un fond blanc un corps, formé de fils métalliques présentant une forme à peu près identique à celle du corps à radiographier,

et de le rapprocher des yeux tant qu'il sera vu nettement dans toute sa largeur et sa profondeur : c'est cette distance minimum donnant la sensation maximum de relief stéréoscopique qui doit être prise pour exécuter les deux radiographies.

Pour avoir la reconstitution réelle de l'objet Δ doit être égale à $66^{\text{m/m}}$, écartement des yeux.

D'après cette formule, la distance D doit augmenter avec l'épaisseur de l'objet. Il semblerait, de prime abord, une opposition dans la pratique habituelle de la radiographie, en augmentant la distance de l'anticathode à l'objet, pour les corps épais. Cet inconvénient n'est pas excessif. Pour la région la plus épaisse du corps (25^{cm}), la distance du tube à l'objet n'atteint que 75^{cm} , distance à laquelle on fait facilement des radiographies.

Après ces principes de la stéréoscopie radiographique, qui sont les mêmes pour la stéréoscopie radioscopique, il est facile d'obtenir les deux images dans des conditions correctes.

Après avoir, soit tout simplement apprécié par la méthode de M. Guilloz, soit calculé la distance D, d'après la formule de MM. Marie et Ribaut, on place l'ampoule de Röntgen (l'anticathode du tube) à cette distance, le rayon normal du tube passant par le centre de l'objet. On déplace horizontalement le tube de manière à ce que sa verticale tombe à $33^{\text{m/m}}$ au delà du centre de l'objet reposant sur une plaque et on fait une radiographie ; puis, après avoir changé la plaque, on déplace le tube en sens inverse de $66^{\text{m/m}}$ de cette position, on fait une autre radiographie.

Les deux radiographies ainsi obtenues sont ensuite examinées au moyen d'un stéréoscope.

Cette méthode n'a pas été toujours employée. Dans leur première application de stéréoscopie à la radiographie, MM. Imbert et Bertin-Sans (1) ont employé un autre procédé pour l'obtention des épreuves. Ils se sont servi d'une lame métallique percée en son milieu d'une assez large ouverture. Cette lame inclinée par rapport à la normale et interposée entre le corps et la plaque photographique, est placée de telle sorte que l'ouverture se trouve en face de la région à examiner. Après un temps de pose suffisant, on fait glisser la plaque sensible et on incline la lame de même angle, mais de sens contraire et on fait la même pose que précédemment. On obtient ainsi les deux épreuves qui, examinées au stéréoscope, donnent la sensation de relief.

Les épreuves ainsi obtenues en vue d'un examen stéréoscopique, sont examinées dans le stéréoscope ordinaire à lentilles et à prisme, si les épreuves sont de petites dimensions ou si on les a réduites préalablement. Il faut regarder les négatifs par leur face gélatine. Si l'on fait des positifs sur verre, il faut les regarder par leur face verre.

L'examen des grandes épreuves par le stéréoscope ordinaire est impossible et la réduction des clichés est une opération assez longue, aussi a-t-on modifié le stéréoscope ordinaire, en vue d'un examen direct des clichés, quelles que soient leurs dimensions.

(1) IMBERT ET BERTIN-SANS. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 2 novembre 1896.

Dans le stéréoscope de Wheastone, les épreuves sont placées latéralement et après s'être réfléchies sur deux miroirs inclinés à 90° l'un sur l'autre, on les perçoit à travers deux œilletons placés en avant de ces miroirs et faits de sorte qu'ils ne laissent voir à chacun des yeux que l'image correspondante.

Les stéréoscopes de Cazes qui constituent le type le plus employé, se composent de quatre miroirs, plans métalliques ou en verre argenté sur la face antérieure, deux gros et deux petits, parallèles deux à deux. Les deux grands peuvent glisser le long de deux supports, ce qui permet de faire varier leurs distances aux deux autres et de connaître à chaque instant cette distance, grâce à une graduation en centimètres. On peut régler facilement l'appareil, de manière que les épreuves placées sur une distance déterminée, soient convenablement vues par les yeux.

Lorsqu'on pratique la stéréoscopie en grandeur naturelle, M. Guilloz a décrit une méthode très simple qui présente une grande analogie avec la chambre claire en microscopie. On se sert du stéréoscope de Wheastone, dont les miroirs inclinés à 90° sont faits en lames de verre planes non étamées, à la fois réfléchissantes et transparentes ou remplacés par des glaces semi-argentées ou semi-platinées, c'est-à-dire demi-transparentes. Les deux épreuves, placées sur les deux supports, sont reliées à l'aide d'un ruban d'acier et peuvent s'éloigner ou s'approcher des deux miroirs, mais en restant toujours à la même distance de ces derniers. Par un éclairage convenable, que l'on réalise facilement avec l'éclairage artificiel des épreuves, on

extériorise l'objet derrière l'angle dièdre des deux miroirs. Si, à cette place de l'image projetée, on promène une règle graduée en verre dépoli, on peut facilement mesurer la distance entre deux points quelconque de l'objet. M. Guilloz préconise d'employer pour l'obtention des épreuves quelques barres métalliques placées obliquement au plan des projections qui laisseront leur image sur les plaques photographiques. Dans la reconstitution stéréoscopique, avant de faire la mensuration de l'objet, il faut vérifier si la mensuration de l'image de la barre donne la vraie grandeur.

MM. Marie et Ribaut donnent une autre méthode permettant la reconstitution de l'objet en vraie grandeur ou en dimension semblable de rapport connu en effectuant des déterminations à l'aide d'appareils spéciaux.

B. — Stéréoscopie radiographique sans le stéréoscope au moyen d'une seule épreuve. — Méthode des réseaux.

Le réseau, formé de barres parallèles laissant des espaces vides entre elles, a eu depuis longtemps plusieurs applications en physique, notamment en optique. Il semble que la priorité de l'application du réseau à la stéréoscopie photographique revient à M. Berthier (1). C'est M. Guilloz qui l'a appliqué le premier à la radio-

(1) BERTHIER. — Emploi du réseau à la stéréoscopie. Cosmos, 23 mai 1896.

graphie et plus tard à la radioscopie stéréoscopique. Voici le principe de la méthode :

Supposons un réseau placé devant un écran et un objet devant ce système ; deux centres de radiations, éloignés l'un de l'autre de la distance des yeux, éclaireront cet objet. Il se forme sur l'écran deux images distinctes. Si le réseau est à une distance convenable de l'écran, les ombres des barres par rapport à une source sont occupées par l'image faite par l'autre source et vice versa. Supposons ces images fixées sur l'écran et plaçons les yeux d'un observateur à la place des deux sources de radiations ; chacune de ces ombres sera la projection sur l'écran de l'image rétinienne qui correspondrait à la vision de l'objet dans sa contemplation directe.

Les images données par chaque source sur l'écran seront incomplètes et seront faites comme des hachures. Cela ne nuit nullement à la vision stéréoscopique. Nous avons la tendance, dans l'interprétation cérébrale, de combler toute discontinuité des images pourvu toutefois que celle-ci ne dépasse pas certaines limites. C'est pour ce motif que les images finement quadrillées de la photogravure nous donnent la sensation d'images continues et que nous n'apercevons pas le quadrillage qui a servi à la produire.

Chaque œil voit ainsi l'image qui lui correspond et la séparation des deux images est nette lorsqu'on règle convenablement la distance du réseau à la plaque, condition que nous allons examiner.

Supposons deux sources de rayons X : O et O' , le réseau RR' avec des fentes ab , cd ; les barres bc et

l'écran EE' (fig. 1). Pour que les deux images données par les sources O et O' soient distinctes il faut que les faisceaux de rayons, passant par une même fente et émanés de deux sources, n'empiètent pas l'un sur l'autre; de plus, il faut que les faisceaux, passant par deux fentes

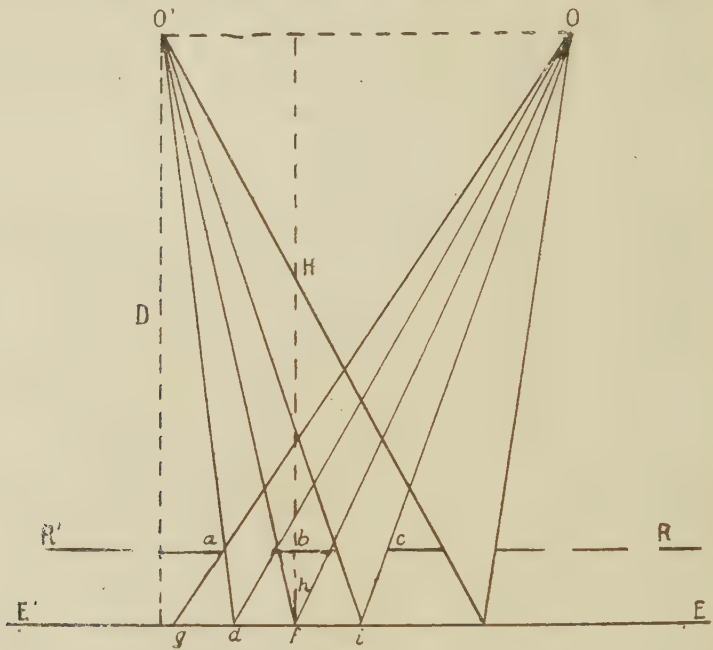


Fig. 1

voisines et émanés de deux sources, n'empiètent pas derrière la barre comprise entre les deux fentes précédentes. Ainsi le faisceau Ogd , émanant de la source O et le faisceau $O'df$ émanant de la source O' et passant par la même fente ab , soient au moins juxtaposés l'un à côté de l'autre en d sans empiètement, et que le faisceau $O'df$ soit au moins juxtaposé en f avec le faisceau Ofe .

Les triangles semblables OO'd et abd d'un côté, et OO'f et bcf de l'autre, nous donnent les relations suivantes :

$$\frac{\Delta}{ab} = \frac{D}{d} \text{ et } \frac{\Delta}{bc} = \frac{H}{h}$$

S'il y a entre ces différents faisceaux un petit intervalle sur l'écran qui ne soit éclairé par aucune source, les deux images seront toujours distinctes l'une de l'autre ; elles seront seulement un peu moins complètes, ce qui ne nuira pas à la vision stéréoscopique.

A quelle distance de l'écran doit-on placer le réseau pour avoir ce résultat ?

Appelons D (fig. 1), la distance de l'observateur ou des sources de rayons X et d, la distance du réseau à l'écran E ou la plaque photographique.

Les deux triangles semblables OO'd et abd nous donnent la relation :

$$\frac{OO'}{ab} = \frac{D}{d}$$

Comme OO' est la distance entre les yeux .

$$OO' = \Delta \quad \Delta = 66^{m/m}$$

$$d = \frac{ab \times D}{66}$$

L'intervalle du réseau est connu une fois pour toutes. La distance D de la source à la plaque est réglée d'après la grandeur de l'objet examiné.

Dans les premières applications de M. Guilloz l'intervalle du réseau a été de 0^{c/m} 25. Si l'épaisseur de l'objet est de 9^{c/m} la distance convenable pour une bonne vue stéréoscopique est de 50^{c/m} ce qui donne la valeur à d

$$d = \frac{0^{c/m} 25 \times 50}{66^{m/m}} = \frac{125}{66} = 1^{m/m} 98 \quad d = 2^{m/m}$$

Quel rapport doit-il exister entre une barre et une fente d'un réseau pour qu'il n'y ait pas d'empiétement entre les faisceaux émanés des deux sources de rayons X ?

Dire que les deux faisceaux $O'df$ et Ofi n'empiètent pas l'un sur l'autre sur l'écran E , c'est dire que les deux lignes Of et $O'f$ se rencontrent au-dessous de l'écran ou au plus sur l'écran, c'est-à-dire que $H \geq D$ et $h \geq d$

$$\text{Comme } \frac{H}{h} > 1$$

$$\text{il en résulte } \frac{H}{h} \leq \frac{D}{d}$$

$$\text{Donc } \frac{\Delta}{bc} \leq \frac{\Delta}{ac}$$

$$\text{D'où } bc \geq ac$$

Il faut donc que les barres soient égales ou plus grandes que les fentes. Dans ce dernier cas, il y a des portions de l'écran qui ne reçoivent de lumière ni de la source O ni de la source O' et la séparation des images est mieux assurée.

Nous avons vu que pour assurer la vision stéréoscopique des images obtenues par la méthode des réseaux, il faut que les sources de rayons X, l'écran et le réseau, occupent des positions satisfaisant au rapport suivant :

$$\frac{D}{d} = \frac{\Delta}{ab}$$

Dans ce rapport ab et Δ sont fixes : $\Delta = 66^m/m ab = m$, m étant l'intervalle du réseau, connu une fois pour toutes. Si l'on fait varier D , la distance des sources à l'écran : d varie proportionnellement à D .

L'expérience nous montre et la théorie le démontre

que pour une position fixe du réseau par rapport à l'écran il existe plusieurs bonnes positions des sources de rayons X. M. Guilloz a montré que les différentes positions varient suivant une série décroissante et les dénominateurs des éléments de cette série se trouvent dans une progression arithmétique dont la raison est 2.

Ainsi, si la distance calculée des sources à l'écran est D, les autres positions sont :

$$D, \frac{D}{3}, \frac{D}{5}, \frac{D}{7}, \text{ etc.}$$

De même, pour une position fixe des sources de rayons X et du réseau, il existe plusieurs bonnes positions de l'écran ou de la plaque sensible et cette distance d, de l'écran au réseau, varie suivant une progression arithmétique dont la raison est 2 :

$$d, 3d, 5d, 7d, \text{ etc.}$$

Enfin, il a montré qu'en donnant aux barres opaques une dimension un peu plus grande que celle de leur intervalle, on donne une certaine latitude, soit pour la position de l'observateur, soit pour la position de la plaque par rapport au réseau, cette disposition ne modifiant que le rendement lumineux de l'épreuve.

L'application de ces principes à la radiographie stéréoscopique ressort immédiatement. Théoriquement, étant donné un objet dont on veut réaliser la radiographie stéréoscopique, on apprécie la distance du tube à la plaque sensible. Cette distance nous fait déterminer la position du réseau par rapport à la plaque. Puis, ayant fixé dans ces conditions le tube, l'objet, le réseau et la plaque, on déplace le tube de $33^m/m$ parallèlement à la plaque et perpendiculaire-

ment aux barres du réseau et on prend une radiographie ; on déplace ensuite le tube en sens inverse encore de $33^{\text{m}, \text{m}}$ et on prend une autre radiographie en tâchant que les deux radiographies soient prises dans le même temps de pose et avec la même dureté du tube. On développe la plaque photographique et on examine le négatif à travers le même réseau qui servira pour séparer les deux images et qui sera placé à la même distance de la plaque que tout à l'heure et dans la même position quant à ses barres et ses fentes. Les yeux de l'observateur étant placés aux mêmes points que l'anticathode dans ses deux positions, l'œil gauche verra l'image obtenue par les radiations émises de ce point et ne verra que cette image ; de même, l'œil droit verra seulement l'image obtenue par les radiations émises de ce point. Ainsi, sur chaque rétine, on aura une image et les deux images fusionnées donneront la sensation du relief qui est aussi puissant que celui obtenu au moyen des stéréoscopes.

Pratiquement, plusieurs difficultés surgissent. La première et la plus grosse, c'est qu'il est très difficile de se procurer un réseau plan régulier et d'une assez grande dimension pour pouvoir radiographier toutes les régions du corps. Leur construction, au point de vue de leur réalisation pratique, présente, surtout pour bien tendre les fils métalliques, certaines difficultés sur lesquelles nous n'insisterons pas ici.

Dans sa première série d'essais, M. Guilloz a construit le réseau en enroulant sur une mince planchette de bois, et côte à côte, un fil de cuivre isolé (conducteur électrique) et dans lequel l'épaisseur de l'isolant

(transparent aux rayons X) était égale ou un peu inférieure à celle du fil ; le cadre étant ainsi bien recouvert, les fils sont fixés sur les bords et l'on coupe ceux qui recouvrent l'une des faces ; le réseau était ainsi constitué. Ce réseau servira pour l'obtention des épreuves radiographiques, mais pour l'examen stéréoscopique, il ne peut pas servir. M. Guilloz emploie un moyen très simple ; il radiographie le réseau au contact d'une nouvelle plaque photographique. Il prend un positif de cette photographie, afin de constituer un réseau dans lequel les traits opaques soient, comme dans la prise de l'épreuve, un peu plus larges que les vides. C'est ce réseau qui lui a servi à l'examen des épreuves. Si le second réseau, par suite de sa projection conique, présente des traits et des vides plus grands que dans le premier réseau, l'erreur qui aurait résulté par l'emploi du second réseau, pourrait se compenser par un éloignement de ce réseau de la plaque un peu différent de ce qu'était cet éloignement lors de la prise de la radiographie.

Dans la séance du 23 novembre 1905 de la Réunion biologique de Nancy, M. Guilloz a présenté des épreuves de clous, de vis, dans des conditions compliquées, des vertèbres, d'une main, du poignet d'un adulte et le relief a été obtenu d'une façon très nette, en les examinant à travers le réseau photographié sur verre.

Le réseau se règle très facilement parallèlement à la direction qu'il doit occuper. On le déplace jusqu'à ce que, en regardant à travers le réseau, la plaque n'apparaisse plus striée de bandes noires qui sont les points

d'intersection des barres du premier réseau avec celles figurées par sa projection sur la plaque.

Les bandes sont d'autant plus nombreuses et plus étroites que l'inclinaison est plus forte. Le réglage de la distance se fait par tâtonnement en plaçant les yeux à la distance à laquelle la radiographie a été prise et en interposant entre le réseau et plaque des lames de verre jusqu'à ce que les images apparaissent, non mélangées, pour l'un et l'autre œil. L'épaisseur du verre interposé entre le cliché et le verre doit être 1,5 fois l'intervalle de la séparation dans l'air, 1,5 étant l'indice de réfraction entre le verre et l'air.

L'année dernière, nous avons repris les expériences de M. Guilloz, mais en nous servant d'un réseau formé d'une plaque d'aluminium (transparente aux rayons X) sur laquelle il avait fait fixer par la galvanoplastie des barres de cuivre (opaques aux rayons X). Nous avons pu ainsi reproduire les expériences de notre maître, M. le professeur Guilloz.

M. le professeur Guilloz a construit également des réseaux très fins en fils d'acier, tendus entre deux barres métalliques. Grâce à ces réseaux et à son tube à double anticathode (la distance entre les deux anticathodes étant $66^{\text{m/m}}$), nous avons pu obtenir de radiographier par une seule pose. Ce réseau pouvait servir pour l'examen de l'épreuve.

En observant ainsi un cliché à travers le réseau qui a servi à le produire, on voit l'objet devant la plaque et dans sa grandeur naturelle, si l'observation est faite dans les mêmes conditions que la prise de la radiographie. Avec un simple compas et une règle graduée en

verre dépoli, on peut faire rapidement des mensurations de distances sur l'image stéréoscopique avec une erreur négligeable. Ainsi M. le professeur Guilloz commettait, dans ses mensurations, une erreur de moins d'un millimètre sur une longueur de 50 à 60 millimètres. Les mesures ne sont évidemment exactes que si les yeux occupent exactement la place qu'avaient les sources de rayons X pour la prise de l'épreuve.

CHAPITRE V

RADIOSCOPIE STÉRÉOSCOPIQUE

Par la radioscopie stéréoscopique on a l'avantage des précédentes méthodes stéréoscopiques. Au moment de l'examen, l'objet se reconstitue virtuellement dans l'espace, chaque détail reprend sa place et les surfaces leur forme.

Les plans se séparent les uns des autres et, par conséquent, les différences de profondeur. Par cette méthode il est facile d'observer et d'étudier les organes en mouvement, nous voyons tous les organes du thorax dans leurs fonctions, alors que par la méthode radiographique il est impossible d'observer les organes en mouvement.

Elle permet, en plus, des mensurations extrêmement rapides et par suite des localisations des corps étrangers presque instantanées. Les résultats que l'on a obtenus en radioscopie stéréoscopique, sont des plus intéressants à connaître, d'autant plus que les simplifications

du matériel qui ont été réalisées dans ces derniers temps tendent à rendre cette méthode d'examen réellement pratique.

Il existe deux méthodes dans la radioscopie stéréoscopique :

1° Méthode à éclipses.

2° Méthode des réseaux.

A. — Méthode à éclipses

On sait communément que les impressions produites sur la rétine persistent, un certain temps, de telle sorte que les excitations discontinues mais suffisamment rapprochées, donnent la sensation d'une excitation continue.

C'est grâce à cette persistance de l'impression rétinienne que, malgré la succession des projections de clichés photographiques sur un écran, on obtient l'image d'un corps qui se déplace dans la cinématographie, à la condition que les clichés se présentent devant l'appareil à projections, à intervalles très rapprochés (1). M. le Docteur Parinaud a prouvé que la durée de la persistance de l'impression rétinienne varie suivant l'intensité de la lumière existante en $1/45$ et $1/10$ de seconde (2).

Lorsque les deux yeux sont ouverts et voient alternativement, sans qu'à aucun moment la vision soit

(1) GUILLOZ. — Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 1902.

(2) BECLÈRE. — Etude physiologique de la vision dans l'examen de la radioscopie. (Archives d'Electr. Méd. 1904).

binoculaire, mais avec une période d'éclipse très réduite, à l'impression rétinienne se surajoute l'impression cérébrale qui fait qu'avec une succession des impressions pour un seul œil, plus lente que dans le premier cas, on voit l'objet d'une façon continue, sans papillement et avec un relief aussi puissant que si l'on contemplait l'objet directement. M. Guilloz a démontré ce fait en faisant tourner devant un stéréoscope ordinaire un disque présentant deux secteurs vides passant alternativement devant les verres du stéréoscope, de telle sorte que la vision ne puisse jamais se faire au même moment que par un seul œil. Les secteurs vides ont leurs prolongements à peu près sur le même rayon, de telle sorte que l'éclipse totale se produit pour les deux yeux entre le moment où l'un cesse de voir et celui où l'autre est démasqué. Dans ces conditions la sensation parfaite du relief est obtenue avec une vitesse de rotation du disque qui, suivant les observateurs et les conditions de l'observation, ne dépasse pas cinq tours à la seconde, est en moyenne de trois et peut être abaissée à un tour à la seconde. Cette sensation du relief est aussi parfaite avec ces images successives que si les deux yeux voyaient simultanément d'une manière continue (1).

C'est là le principe de la méthode à éclipses que nous devons à Almeida, 1859. Ce dernier l'a appliqué pour la stéréoscopie des images photographiques projetées.

Les deux images nécessaires pour la vue stéréoscopi-

(1) GUILLOZ. — Comptes rendus de l'Ac. des Sciences, 1903.

que sont produites sur l'écran dans des conditions telles que chaque œil ne voit que l'image qui lui correspond alors que l'autre œil est masqué. Le même phénomène est reproduit périodiquement pour les deux yeux, avec une fréquence suffisante pour donner la sensation de continuité de l'image. Le relief apparaît quand se fait la fusion stéréoscopique des deux images monoculaires.

Pour obtenir ce résultat il existe différents appareils (tubes, bobines et trilleurs), que l'on peut disposer différemment. De là quatre méthodes :

1° Dans la première catégorie de ces dispositifs, on se sert de deux ampoules respectivement alimentées par deux bobines. MM. Roulliès et Lacroix, se sont servi de ce dispositif [1899] (1). Dans cet appareil les deux anticathodes des deux tubes présentent entre elles un écartement de 7 à 8^c/_m. Les deux images que donnent ces deux tubes sur un écran sont dissociées au moyen d'un trieur, constitué par un disque stroboscopique solidaire des interrupteurs à tiges plongeantes des bobines. M. Guilloz a employé tout d'abord un dispositif analogue, consistant dans l'emploi de deux tubes et deux bobines dont le trembleur rotatif commande les éclipses qui se font au moyen d'un cylindre creux percé de fentes.

2° La seconde disposition comporte l'emploi d'une seule bobine et de deux ampoules Röntgen. L'un des pôles de la bobine est relié aux deux pôles de même

(1) ROULLIÈS et LACROIX. — Radioscopie stéréoscopique (Arch. d'Elect. Méd. 1899).

nom des ampoules, l'autre à un petit dispositif qui doit envoyer le courant tantôt à une ampoule tantôt à l'autre. Cette distribution de courant induit successivement aux deux ampoules est commandée par un trieur, qui fait que lorsqu'un œil n'est pas masqué, l'ampoule seule, devant donner l'image correspondante, est alimentée et pendant ce temps l'autre ne l'est pas et ainsi de suite.

3° Dans une disposition plus simple que les deux précédentes, M. le professeur Guilloz emploie une seule bobine et un seul tube qui se déplace trois à cinq fois au maximum par seconde, ce qui est pratiquement possible.

Ces déplacements s'effectuent au moyen d'un mécanisme très ingénieux, que nous décrivons plus loin, et ils commandent, grâce à un double interrupteur à tiges plongeantes, le trieur d'image formé d'un levier qui oscille sous l'influence de deux électro aimants.

4° Le quatrième dispositif comporte l'emploi d'une ampoule radio-stéréoscopique et d'une bobine. Ce procédé a beaucoup d'analogie avec le deuxième. Ici les deux ampoules, qui doivent produire successivement les deux images nécessaires à la vue stéréoscopique, sont réunies en une seule, d'où deux anodes et deux cathodes. C'est l'ampoule radio-stéréoscopique que nous décrivons plus loin.

Pour ces quatre méthodes, M. le professeur Guilloz a fait construire quatre série d'appareils, que nous décrivons au chapitre VI.

B. — Méthode des Réseaux

Nous avons vu dans le chapitre de radiographie stéréoscopique que le réseau placé devant un écran éclairé de deux sources de rayons X d'une distance déterminée peut nous donner sur le même écran deux images nécessaires à la vue stéréoscopique. Cette double image de l'écran fluorescent peut être produite simultanément par une double source de rayons X distante l'une de l'autre de $66^m/m$. Si les yeux d'un observateur sont placés du côté opposé et symétriquement par rapport aux centres d'émission de rayons X et que devant l'écran du côté de l'observateur on place un réseau identique au premier et à la même distance de l'écran, les deux images produites par les rayons X sont perçues respectivement par les deux yeux. Un œil ne voit que l'image produite par l'anticathode symétrique par rapport à cet œil et ne voit pas l'image produite par l'autre source et vice versa.

Dans l'étude théorique du réseau, nous avons vu que nous pouvons obtenir le même résultat par plusieurs positions du tube. Ainsi ayant fixé le tube, l'écran et le premier réseau du côté de l'observateur, on peut faire varier la position des yeux de l'observateur en se guidant d'après les calculs ou par tâtonnements.

Comme les tubes doivent fonctionner simultanément, il se trouve que toute une série d'appareils très délicats qui doivent commander les tubes et les trieurs, est supprimée. Dans ces cas, les deux sources de

rayons X sont données par deux ampoules ou une seule, ampoule radio-stéréoscopique et une bobine.

Ce dispositif est très simple en théorie, mais plus difficile à réaliser dans la pratique de la radioscopie stéréoscopique que ceux de la méthode à éclipses à cause de la difficulté de construction de réseaux pour rayons X, plans réguliers et de grandes dimensions et du réglage du double réseau par rapport à l'écran fluorescent.

CHAPITRE VI

DESCRIPTION DES APPAREILS

Les appareils sont différents, suivant qu'on emploie le courant alternatif ou le courant continu.

M. Villard (1) s'est servi du courant alternatif et il a montré que dans ces cas il y a beaucoup d'avantage à employer un transformateur à circuit magnétique fermé sans interrupteur. Les bornes secondaires sont reliées aux armatures de deux condensateurs. Ces armateurs sont munies de deux bornes que l'on met en court circuit par une ampoule de Villard avant de les réunir aux deux électrodes du tube. Ce dispositif supprime le courant d'un sens et double le voltage. On a ainsi deux sources électriques synchrones ; on peut adapter à chacune d'elle des soupapes et obtenir des décharges de sens constant simultanées si les soupapes sont placées de

(1) VILLARD. — Radioscopie stéréoscopique. Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, 8 janvier 1903.

même sens ou alternantes avec la disposition inverse. Ces deux sources d'électricité sont identiques ; alors si l'on alimente deux ampoules reliées par un tube pour maintenir le même vide, on a deux sources d'émission de rayons X que l'on peut mettre à la distance de $65^m/m$. Le trieur d'image est un stroboscope, fait par un petit moteur synchrone à fer tournant et entraîne un disque en carton portant trois trous équidistants, à une vitesse de un tiers de tour par période. Le disque en carton est placé dans une boîte légère munie de deux œilletons distants d'un sixième de tour, soit une demi-période et placés à la distance des yeux. Il est important que les œilletons soient pleinement démasqués aux instants précis où ont lieu les décharges du transformateur. Les œilletons sont démasqués à une demi-période d'intervalle par la rotation du disque fenêtré. Chaque œil ne verra ainsi que ce qui se produit pendant les alternances de même parité.

M. Caldweil (1), dans son appareil stéréofluoroscopique, se sert aussi du courant alternatif, mais il emploie un tube double focus ayant deux anticathodes séparés par une distance de deux pouces et demi à trois pouces. Ce qu'il y a de plus intéressant dans la méthode, c'est la manière dont le tube est alimenté. La source est le courant alternatif interrompu au moyen d'un interrupteur rotatif, mù par un moteur synchrone. Le tout est disposé de telle manière que les interruptions se fassent sur les deux ondes inverses du courant alternatif alimentant le primaire de la

(1) CALDWELL. — Electrical World and Engineer, 18 janvier 1902.

bobine et que le courant induit, émané de cette bobine, soit distribué alternativement sur les deux anticathodes du double focus.

Pour ce qu'il y a du courant continu, on peut ranger tous ces appareils de radioscopie stéréoscopique, suivant le dispositif que l'on emploie en quatre groupements.

1. — Dans le premier groupement viennent les appareils dans lesquels on se sert de deux bobines et de deux tubes de Crookes. Dans ce dispositif de M. le professeur Guilloz, les trembleurs rotatifs des bobines sont à trois tiges et décalés l'un rapport à l'autre de 180° (1), de telle sorte que la plongée des tiges dans le mercure se fait alternativement pour l'un et pour l'autre. Sur le même axe se trouve monté l'appareil chargé de tirer, parmi la double image formée sur l'écran fluorescent, l'image radioscopique correspondante à chaque œil. Il est formé d'un cylindre creux, déprimé en son milieu pour placer le nez, et dont les parois présentent, de chaque côté, trois fentes tracées suivant six génératrices équidistantes, les vides égalant les pleins. Les fentes devant l'œil droit sont décalées de 180° par rapport à celles placées devant l'œil gauche. On a sous chaque main la molette qui sert à faire varier le niveau du mercure dans l'interrupteur. On vérifie que chaque œil ne voit qu'une image et on règle la plongée dans chaque interrupteur pour que les images soient d'égale intensité (2).

(1) TH. GUILLOZ, — Société française de Physique, 1898.

(2) TH. GUILLOZ, — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mars 1903.

2. — La seconde disposition comporte l'emploi d'une seule bobine et de deux ampoules Röntgen. Les pôles de l'induit de la bobine, actionnée comme d'ordinaire, sont reliés : l'un au pôle des tubes, l'autre à un bras métallique fixé à l'extrémité d'un long axe isolé, tournant à peu de distance en regard de deux segments annulaires métalliques, isolés également et reliés respectivement aux pôles libres des deux ampoules. Ces segments sont situés dans le même plan ; ils sont séparés l'un de l'autre par un intervalle libre, de telle sorte que, pendant la rotation, le courant de la bobine passe successivement par l'un et l'autre secteur, c'est-à-dire par l'une et l'autre ampoule. Sur l'extrémité libre de l'axe du même moteur se trouve monté, avec un décalage convenable par rapport aux bras métalliques, un petit commutateur de courant actionnant sous 2 à 4 volts le trieur d'image placé devant les yeux de l'observateur. Il est formé de deux électro-aimants commandant deux petits diaphragmes qui s'ouvrent alternativement ; le tout est monté sur une planchette tenue à la main ou fixée sur la monture d'une paire de lunettes. Le courant induit est ainsi lancé alternativement dans un tube et dans l'autre, pendant que se découvrent respectivement l'un et l'autre diaphragme du trieur d'images. L'écartement à donner aux segments dépend de la résistance des tubes, qui pour tous deux, doit être égale et assez faible (tubes mous). Afin que la dérivation qui se produit dans les deux tubes, quand le bras métallique arrive entre les deux secteurs ne mélange pas les images, on donne un certain déca-

lage au commutateur rotatif commandant les électro-aimants (1).

3. — Une amélioration est apportée, par M. Guilloz, aux dispositifs précédents en remplaçant les deux tubes par un seul, en lui imprimant 3 à 5 déplacements au maximum par seconde. Voici son appareil :

L'ampoule productrice des rayons X est montée sur un support mobile autour d'un axe qui en occupe l'extrémité. Entre cet axe et la partie terminale portant une boîte isolante dans laquelle est assujettie l'ampoule à rayons X, se trouve un galet qui se déplace dans une gorge fraisée sur la surface d'une poulie. La gorge est formée de deux sillons parallèles, occupant chacun respectivement environ une demi-circonférence de la poulie. Leurs plans parallèles sont distants de 1 centimètre, et ils sont raccordés par un chemin sans courbure brusque. La longueur de ces raccords n'occupe qu'environ le dixième de la circonférence de la poulie. Lors de la rotation de la poulie, le tube est déplacé à droite et à gauche et la grandeur du déplacement dépend de la longueur donnée au support. Le dixième du temps de rotation est employé à ce déplacement et le tube occupe pendant 0,45 de la rotation la position gauche et pendant le même temps la position droite. Les tubes de M. le professeur Guilloz résistent bien à ces brusques déplacements, et la disposition mécanique adoptée amortit les oscillations quand le tube arrive aux positions extrêmes gauche et droite. Le déplace-

(1) GUILLOZ. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mars 1903.

ment du tube commande deux interrupteurs à mercure et à tiges plongeantes qui font manœuvrer les diaphragmes du tireur à électro-aimant placé devant les yeux, de telle sorte que lorsque le tube est à gauche, l'œil correspondant voit seul l'image, l'œil droit est masqué et vice versa (1).

4. — La disposition la plus simple consiste dans l'emploi de l'ampoule stéréo-radioscopique.

A la Société Française de physique en 1902, M. Villard exposait son ampoule stéréo-radioscopique. L'ampoule est construite comme à l'ordinaire, sauf que l'anticathode est constituée par deux lames disposées en échelons. Un petit électro-aimant à courant alternatif, placé au voisinage de l'ampoule, dévie alternativement le faisceau de rayons cathodiques à droite et à gauche du plan de symétrie sur une lame de l'anticathode, d'où deux foyers alternants et séparés de rayons X. La vision se fait au moyen d'un stroboscope synchrone.

La même année, M. Guilloz présentait à l'Académie des Sciences son ampoule dont les électrodes peuvent fonctionner alternativement comme cathode et anticathode. L'ampoule est symétrique et porte deux électrodes formées par deux disques plans de chrome, placés en regard l'un de l'autre à la distance de 65^m environ (distance des yeux). On peut donner une légère obliquité aux électrodes, dans le but d'augmenter le champ commun de leurs rayons. Ce tube ne noircit pas

(1) GUILLOZ. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, mars 1903.

à l'usage comme si les électrodes étaient des électrodes en platine. Les rayons Röntgen, donnés par le chrome sont moins pénétrants que ceux donnés par le platine, mais ce tube fonctionne cependant d'une façon satisfaisante quand il est puissamment alimenté. On peut le faire sans inconvénient puisque le chrome est moins fusible que le platine. Ce tube monté directement sur transformateur à haut potentiel de courant alternatif, donne, des images doubles pour tout objet situé dans l'espace compris entre les plans des électrodes. La radioscopie se fera ainsi en masquant par un écran métallique les rayons émis par l'une des électrodes. Le chrome, d'un prix peu élevé, donne après platinage, pour les tubes usuels, des anticathodes aussi infusibles que des électrodes très épaisses de platine. Pour effectuer avec cette ampoule la radioscopie stéréoscopique sur un courant continu, il suffit de monter sur l'inducteur de la bobine un commutateur inverseur rotatif tournant sur le même axe que le commutateur qui actionne les électro-aimants des trieurs d'images. M Guilloz a employé, dans ce cas, avec le meilleur succès, des commutateurs à tiges oscillantes, plongeant à l'extrémité de leur course dans des godets de mercure, et commandées par une came excentrée montée sur l'axe d'un petit moteur. D'autres tiges oscillantes isolées sur l'axe du même instrument et plongeant, à l'extrémité de leur course, dans d'autres petits godets en mercure, servent de prise de courant sous 4 volts pour les électro-aimants du trieur d'images. Les commutations de courant dans les électro-aimants se font en synchronisme avec l'illumination des tubes.

Le commutateur inverseur peut, à la rigueur, servir d'interrupteur pour la bobine, mais il est préférable de lui donner une vitesse modérée et de monter en série avec lui un interrupteur rapide, rotatif ou électrolytique.

L'ampoule stéréo-radioscopique la plus perfectionnée est celle que M. Guilloz vient de faire construire (1), pour la radioscopie stéréoscopique par la méthode à éclipses et par la méthode des réseaux. Il s'en sert également pour prendre des clichés radiographiques stéréoscopiques et pour la localisation rapide des corps étrangers mais nous n'avons pas à insister ici sur ces applications. Cette ampoule est munie de deux cathodes opposées entre lesquelles se trouvent deux anticathodes, formées de deux pastilles de chrome distantes l'une de l'autre de $66^m/m$ et chacune en face d'une cathode et inclinée à 45° sur le plan des deux cathodes. Le régénérateur des gaz de l'ampoule est fait en hydrure de calcium.

Si l'on relie les deux cathodes au pôle négatif d'un courant à haut potentiel, et l'anticathode au pôle positif les deux anticathodes seront les centres d'émission simultanées de rayons X. Les deux sources sont égales en quantité et qualité de rayons X, si non, on les rend semblables en créant une résistance d'étincelle sur le courant alimentant la plus forte. Ainsi, les deux images que peuvent donner les deux anticathodes sont égale-

(1) GUILLOZ. — Nouvelle ampoule radio-stéréoscopique. Congrès de l'Association Française pour l'avancement des Sciences, Reims, 1907.

ment éclairées et la fusion stéréoscopique de ces deux images est plus facile, sans aucune ambiguïté dans l'interprétation du relief. Au moyen de ce tube, M. Guilloz a résolu le problème de radioscopie stéréoscopique.

Pour la radioscopie stéréoscopique il faut que les deux anticathodes soient alternativement centres d'émission de rayons X. Pour obtenir ce résultat, M. Guilloz emploie le dispositif suivant : Les pôles de l'induit de la bobine sont reliés : l'un aux deux cathodes du tube stéréo-radioscopique, l'autre à un bras métallique fixé à l'extrémité d'un long axe isolé, tournant à peu de distance, en regard de deux segments annulaires métalliques, isolés également et reliés aux deux anticathodes du tube.

Ces segments sont situés dans le même plan ; ils sont séparés l'un de l'autre par un intervalle libre, de telle sorte que pendant la rotation, le courant de la bobine passe successivement par l'un et l'autre secteur, c'est-à-dire par l'une et l'autre cathode et l'anticathode correspondante. Dans ce cas il n'y a que l'anticathode en face de la cathode fonctionnant comme électrode qui soit le centre d'émission de rayons X. Sur l'extrémité libre de l'axe se trouve le trieur d'images, fait d'un disque en carton sur lequel se trouve deux fentes occupant chacune une demi-circonférence du disque. La différence des distances de ces deux fentes au centre du disque est égale à 66 m/m . Le bras métallique de l'autre extrémité de l'axe occupe, par rapport au disque, le rayon passant à la limite entre les deux fentes.

Lorsque l'axe tourne, le bras métallique passe tantôt

devant un secteur, tantôt devant l'autre c'est-à-dire, les deux anticathodes émettent les rayons X alternativement ; pendant ce temps tourne aussi le disque ; si un observateur place ses yeux latéralement derrière le disque de sorte que les fentes du disque découvrent tantôt un œil tantôt l'autre, l'œil découvert seul verra l'image que donnera l'anticathode correspondante. Ainsi on réalise, d'une façon très simple, deux images visibles respectivement par les deux yeux et la fusion de ces deux images nous donne l'impression d'un relief très puissant.

Cet appareil, qui a l'avantage d'être très simple, présente un gros inconvénient dans la pratique médicale, celui d'être encombrant. M. Guilloz a bien essayé de le supprimer en reliant l'axe du commutateur à l'axe du disque à éclipses par un flexible métallique, mais, quels que soient les soins apportés, il est difficile d'obtenir le synchronisme entre le temps pendant lequel un œil doit être découvert et celui pendant lequel la source correspondante doit émettre les rayons X. Ce retard n'est pas facile à supprimer par cet appareil, car il varie avec la forme que la position de l'observateur donne au flexible et la vitesse du commutateur. C'est pourquoi M. Guilloz a adopté finalement un autre dispositif qui lui permet d'obtenir facilement ce synchronisme, et par là il rend pratique l'opération de la radioscopie stéréoscopique. Il comporte un commutateur consistant en un disque D (fig. 2), en ébonite, sur lequel sont fixés un anneau métallique a, concentrique au disque et une lame de même métal b, sur le pourtour du disque, occupant un peu moins que la

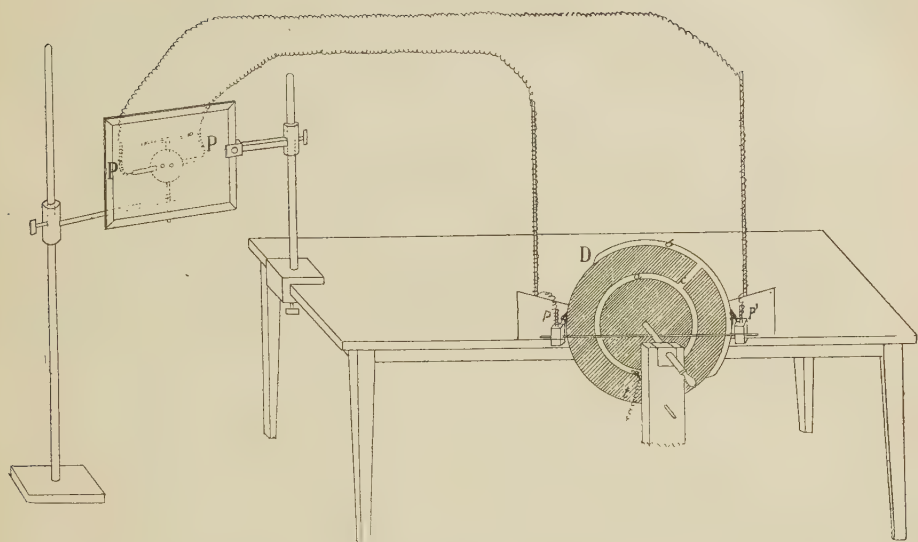


Fig. 2

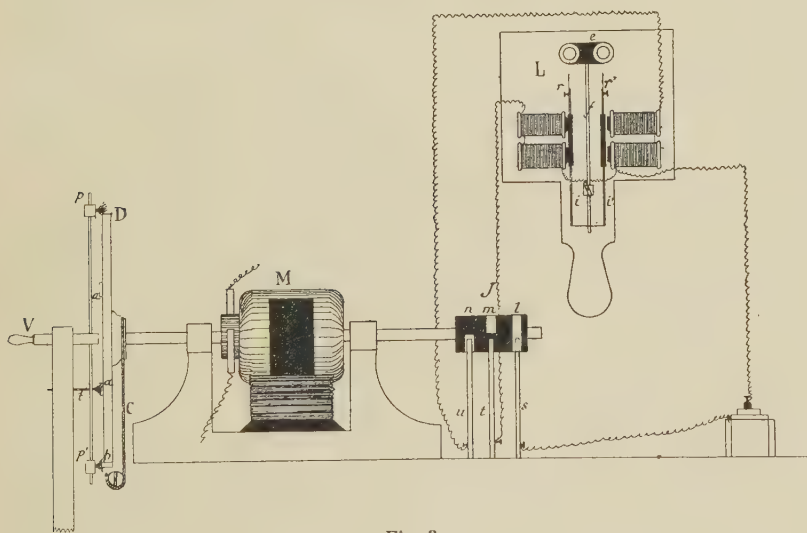


Fig. 3

moitié de la circonférence du disque. Les deux lames sont reliées par une troisième c. Le petit faisceau métallique t, frotte constamment sur la lame circulaire a et il est relié au pôle négatif de la bobine. Deux autres faisceaux métalliques p et p' placés aux extrémités d'une tige isolante, mobile autour d'un axe V, sont reliés l'un à la cathode P et l'autre à la cathode P'. Les deux anticathodes sont reliées au pôle positif de la bobine. Lorsque le disque D, tourne, grâce au petit moteur M (fig. 3), le courant passe tantôt par l'anode P et tantôt par l'anode P', suivant que la lame métallique b, passe devant le faisceau P ou le faisceau P' et les deux anticathodes sont les centres d'émission de rayons X alternativement.

Pour la vue stéréoscopique il faut que l'image produite par une source, ne soit vue que par un seul œil, l'autre étant masqué et de même pour l'image produite par l'autre source. On obtient ce résultat grâce au trieur d'image à électro-aimants L (fig. 3). Devant les deux trous servant à placer les deux yeux de l'observateur, une lame métallique e, est mobile horizontalement et pouvant masquer tantôt un œil tantôt l'autre. Cette lame est supportée par une tige f s'articulant avec deux autres i, i', grâce à la tige transversale g. Les deux tiges i i', sont fixées à leurs extrémités supérieures mais pouvant subir des déplacements latéraux grâce aux ressorts r et r'. Sous l'influence d'un des deux électro-aimants K K', une tige est attirée et la lame métallique e, subit un déplacement du côté opposé en démasquant l'œil du même côté et vice versa.

Pour réaliser le synchronisme entre l'émission de

rayons X par une anticathode et, la vision d'image par l'œil correspondant, M. Guilloz met un autre commutateur I (fig 3), sur le même axe que le premier D. Ce commutateur se compose d'un cylindre, sur la surface duquel se trouve un anneau métallique complet l et deux demi-anneaux m et n, occupant, l'un la demi-circonférence correspondante à la lame b du commutateur D, et l'autre le côté opposé. Sur ces trois pièces frottent trois tiges métalliques s, t et u qui sont reliées: s à un pôle d'une pile, les deux autres aux pôles de même nom des deux électro-aimants K et K'. Les deux autres pôles des deux électro-aimants sont reliés au pôle libre de la pile. Lorsqu'on regarde, à travers le trieur, les deux images d'un objet produites par les deux sources de rayons X sur un écran fluorescent, il pourra se faire que l'œil gauche, au lieu de voir l'image produite par la source correspondante, voit l'image produite par l'autre source et vice versa. Dans ce cas il suffit de renverser le courant de la pile.

Par cette méthode, grâce à la parfaite triation des images, destinées à chaque œil, que l'on règle au cours de l'observation par l'appareil, permettant le décalage du courant envoyé au tube, par rapport aux oscillations du trieur, il devient possible non seulement d'aborder l'examen des objets métalliques à grand contraste mais d'appliquer la méthode dans tous les cas où l'examen radioscopique ordinaire est utilisé au point de vue médico-chirurgical.

La même ampoule stéréo-radioscopique peut servir pour stéréo-radioscopie par la méthode des réseaux. Outre un réseau sur verre placé du côté de l'observa-

teur, un réseau fait avec le dépôt de cuivre sur aluminium, placé de l'autre côté de la surface fluorescente, du côté des sources des rayons X. M. Guilloz s'est encore servi des tôles découpées dont les vides étaient égaux aux pleins ou un peu plus grands, en laissant quelques barres transversales pour éviter la déformation du réseau.

On fixe d'une façon symétrique de deux côtés de l'écran fluorescent, deux réseaux identiques. Puis le tube est placé du côté non sensible de l'écran et un corps à examiner près du réseau ; de l'autre côté, les yeux de l'observateur symétriquement aux deux anticathodes par rapport à l'écran sensible. Les deux cathodes sont reliées au pôle négatif de la bobine et l'anticathode au pôle positif. Dans ces conditions les yeux de l'observateur voient l'objet devant l'écran et en grandeur naturelle. On peut facilement localiser dans l'espace les différents points de l'objet et effectuer, de la sorte, des mensurations très précises.

Les procédés radio-stéréoscopiques ont de très grands avantages, en donnant la notion de la forme réelle de l'objet, de permettre de tirer des déductions qu'on ne saurait obtenir aussi facilement et surtout aussi simplement par la multiplication des examens radioscopiques ordinaires.

Mais il est très important de savoir, et M. Guilloz a insisté sur ce point, dès le début de ses études, que des observateurs, peu au courant de ces méthodes, pouvaient commettre de grandes erreurs. Ils peuvent avoir des illusions du relief alors que ce relief n'existait pas réellement et tirer de leurs observations de fausses

conclusions en ce qui concerne les rapports des objets. On comprend, en particulier lorsqu'il s'agit de donner des renseignements à la chirurgie, combien il est nécessaire d'être rigoureusement renseigné et combien il serait déplorable d'apporter un faux renseignement.

M. Guilloz a indiqué, indépendamment de tout autre contrôle, les moyens de savoir si l'observation radio-stéréoscopique donne, au point de vue de son observation, des résultats absolument certains. Il ne l'admet que lorsque l'observation portant sur le relief du symétrique est faite dans des conditions techniques suffisamment bonnes pour qu'on puisse effectuer directement les mesures sans ambiguïté. Ce sujet des illusions à une très grande importance et nous allons l'examiner dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VII

DES ILLUSIONS & DES CAUSES D'ERREUR dans la radioscopie stéréoscopique

Supposons qu'on se serve de l'ampoule stéréo-radioscopique et qu'on observe l'image d'un corps placé entre le tube bicathodique et l'écran, les yeux de l'observateur étant placés symétriquement par rapport aux anticathodes. Deux cas peuvent se présenter :

1° L'œil gauche peut voir l'image obtenue par le centre d'émission de rayons X, symétrique à l'œil gauche et l'œil droit voit l'image produite par l'autre source (fig. 4).

Dans ce cas les lignes qui joignent l'œil démasqué à la source émettant des rayons X pendant ce temps, sont parallèles et l'expérience est dite montée en parallèle. Dans ces conditions on aura la sensation d'un corps en relief, qui, par rapport à l'écran sera le symétrique de l'objet.

La sensation du relief est une sensation aussi exacte dans l'appréciation relative des profondeurs que celle de la vue directe binoculaire de l'objet vu devant un fond éclairé.

Les ombres, quand elles se fusionnent, donnent des

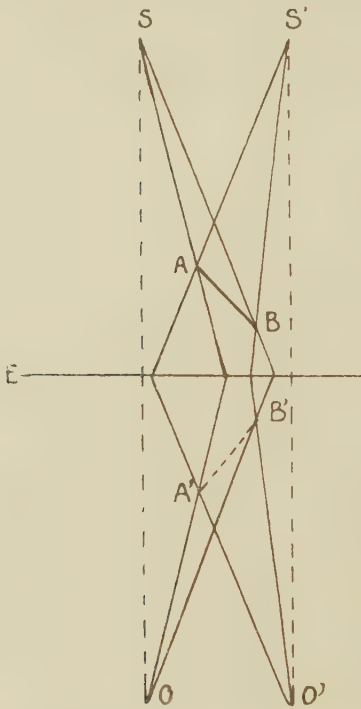


Fig. 4

images rétinienne qui sont extériorisées de telle sorte que leurs points correspondants occupent exactement les symétriques des contours de l'objet par rapport à l'écran.

On a ainsi, aussi nettement que dans le meilleur des stéréoscopes, la sensation visuelle corporelle d'un objet symétrique de celui qui est examiné et situé entre l'observateur et l'écran. Dans cette observation, l'image présente le lustre stéréoscopique qui, suivant les conditions de l'expérience, sera plus ou moins brillant. Dans cette expérience montée en pa-

rallelle il y a inversion des points et des détails du corps vu en relief par rapport au corps lui-même ; tout ce qui est droit devient gauche et vice versa. Ainsi observée, une omoplate gauche, placée derrière l'écran, sa face antérieure tournée du côté de l'observateur, semblera

une omoplate droite vue par sa face postérieure et placée dans l'espace entre l'écran et l'observateur dans une position symétrique de la première par rapport à l'écran.

2° L'œil gauche voit l'image produite par la source de rayons X, située symétriquement à l'œil droit et vice versa. Dans ce cas les lignes qui joignent l'œil démasqué et la source de rayons X produisant l'image, se coupent et l'expérience est dite croisée (fig. 5). Dans ces conditions on acquiert, par la fusion des images rétiniennes des ombres, la notion d'un corps en relief apparaissant comme situé nettement derrière l'écran et occupant plus ou moins approximativement la position réelle de l'objet examiné. Ainsi, une omoplate droite, des corps formés de fils métalliques apparaîtront sous l'aspect où on les voit si l'on soulevait l'écran.

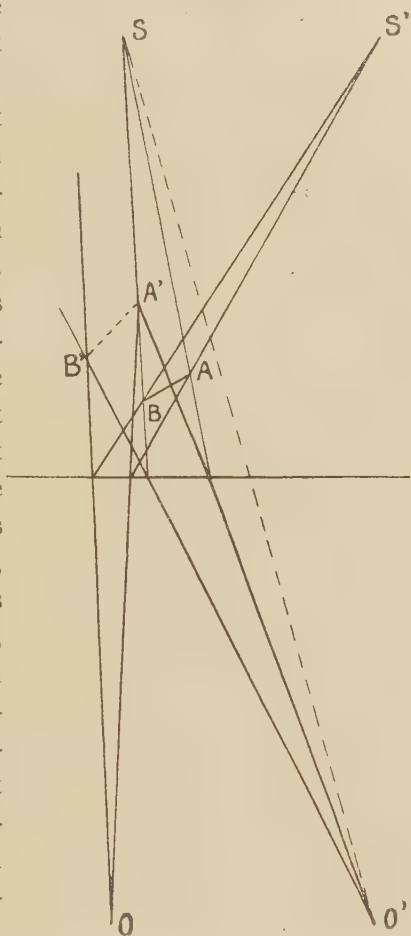


Fig. 5

Une construction graphique (fig. 5), montre que les lignes joignant les centres des yeux aux points des ombres correspondant au même point de l'objet, figurent, par leur rencontres respectives dans l'espace, un solide de configuration analogue à celui observé, mais plus ou moins déplacé et déformé suivant les conditions de l'expérience.

M. le Professeur Guilloz, attire l'attention sur un point très important, qu'il faudra toujours avoir présent à l'esprit sous peine de commettre les pires erreurs radioscopiques.

Dans des conditions d'observation qui, de premier abord, paraissent identiques, les images décrites dans les expériences précédentes peuvent s'intervertir, c'est-à-dire que l'expérience en parallèle peut donner le résultat de l'expérience croisée et vice versa.

Cette erreur surgit facilement si l'une des sources donne moins de lumière que l'autre, et au cours d'une même observation on peut, soit spontanément, soit à la suite de mouvement des yeux, voir le relief réellement indiqué par les conditions de l'expérience ou le relief du symétrique.

Si les sources, donnant les ombres, ont une intensité à peu près égale, il devient, chez la plupart des sujets, beaucoup plus difficile d'intervertir le relief; mais une fois qu'on y est parvenu, on y arrive plus facilement.

A vrai dire, il ne s'agit pas ici d'une illusion stéréoscopique et quand le relief n'est pas ce qu'il devrait être, c'est que la vision s'opère monoculairement. La vision monoculaire donne alors une certaine sensation de

relief, par suite d'une interprétation cérébrale qui peut inverser le relief réel, quand ce changement ne choque pas notre jugement.

L'examen des ombres nous fournit encore des illusions de mouvement qui peuvent encore se rattacher à cette dernière.

Ces illusions disparaissent dès qu'il y a réellement vision stéréoscopique. Quand on regarde dans un stéréoscope, la sensation de relief n'apparaît pas toujours immédiatement ; mais quand elle se produit, elle donne une intensité de sensation qui la fait distinguer nettement de la vision monoculaire. Il en est de même dans l'observation radioscopique. Si on la pratique sur le symétrique de l'objet examiné (expérience en parallèle) on a un signe objectif de l'existence réelle du relief binoculaire.

Ce signe caractéristique de la perception stéréoscopique consistera dans la certitude d'amener sans hésitation, au contact d'un point du relief corporel de l'image de l'objet, et avec une grande précision, une pointe quelconque.

CHAPITRE VIII

DES MESURES EN RADIO-STEREOSCOPIE

Lorsque, dans l'expérience en parallèle, les yeux de l'observateur sont placés symétriquement, par rapport aux deux sources de radiations, l'objet qu'on voit en relief devant l'écran est en grandeur naturelle ; il y a inversion des détails ; ce qui est gauche devient droit et vice versa ; mais les rapports entre ces différents éléments restent les mêmes que sur l'objet lui-même. Si dans la région où s'extériorise l'image corporelle de l'objet, on promène un rectangle, formé d'un fil métallique replié sur lequel sont tendus des fils équidistants, la vision stéréoscopique existera pour le plan des fils du réseau, tout comme pour l'image. On pourra ainsi évaluer, en donnant à la graduation la position voulue, les diverses dimensions du corps dans toutes les directions.

La précision des mesures est parfaite et, dans l'examen radioscopique ainsi pratiqué sur des objets à

contours très nets, les évaluations métriques atteignent le millimètre comme précision.

L'examen radioscopique permettra de pratiquer, derrière l'écran, toute une série d'opérations qu'avec une habitude, promptement acquise, on effectuera avec une remarquable dextérité : enfiler des anneaux métalliques diversement orientés et situés, couper une corde métallique en un point marqué, coupler exactement les fragments d'une tige et d'un os brisé, etc. Il faut seulement, dans les premiers essais, avoir la notion que les mouvements réels sont vus inversés dans l'image qu'en donnent les ombres.

Dans l'expérience croisée, l'image corporelle d'un objet se trouve derrière l'écran, semblable à l'objet mais plus ou moins déplacée et déformée suivant les conditions de l'expérience. Cette méthode ne peut permettre d'effectuer de la radiométrie. Pratiquement elle s'applique encore bien, avec certaines restrictions, à la radioscopie stéréoscopique.

Dans la méthode des réseaux aussi il existe deux méthodes d'observation : la méthode directe lorsque un œil voit l'image produite par la source symétrique des rayons X et vice versa ; la méthode croisée lorsque un œil voit l'image produite par la source symétrique de l'autre œil et vice versa. Dans ces observations aussi il n'y a que la méthode directe qui fait apparaître l'image corporelle du symétrique de l'objet entre les yeux et l'écran, qui puisse servir à la radiométrie ; l'autre méthode donne une image stéréoscopique déformée plus ou moins semblable à l'objet, placée derrière l'écran à une distance plus ou moins grande suivant les conditions de l'expérience.

CONCLUSIONS

1° Les méthodes stéréoscopiques en radiologie offrent l'avantage de restituer aux objets leur forme réelle et, par conséquent, de donner l'appréciation immédiate des rapports.

2° Elles fournissent non seulement cette appréciation en quelque sorte qualitative mais, pratiquées dans des conditions déterminées, elles permettent d'effectuer des mesures radiologiques avec une grande exactitude.

3° Le procédé radio-stéréoscopique par la dernière disposition que lui a donné M. Guilloz, est susceptible d'entrer dans la pratique radiologique où il fournira des résultats très exacts pourvu que les conditions techniques de l'observation soient bien remplies et que l'observateur soit suffisamment habile et exercé à cette méthode.

Vu :

Nancy, le 16 Mars 1908.

LE PRÉSIDENT DE THÈSE,
GUILLOZ.

Vu :

Nancy, le 17 Mars 1908.

LE DOYEN,
GROSS.

Vu et permis d'Imprimer :

Nancy, le 18 Mars 1908.

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE,

CH. ADAM,

Correspondant de l'Institut.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- L. BENOIST. — Lois générales de transparence de la matière aux rayons X. Archives d'Electricité médicale, août 1902.
- CALDWELD. — Appareil fluoroscopique: Electrical World and Engineer, 18 janvier 1902.
- BECLÈRE. — Etude physiologique de la vision dans l'examen de la radioscopie, 1904. Arch. Elect. médicale.
- BERTHIER. — Emploi du réseau à la stéréoscopie. Cosmos 23 mai 1896.
- BOUCHARD. — Traité de Radiologie médicale. Steinheil, éditeur, Paris 1907.
- CHABAUD. — Stéréoscopie radiographique. Annales d'Electrobiologie 1899.
- CAZES. — Stéréoscopie de précision. Pellin, éditeur, 1895.
- DESTOT. — La stéréoscopie à l'étude du système circulatoire. Société de biologie, 29 novembre 1896.
- Données comparatives de la radiographie et radioscopie dans les lésions thoraciques. Société nationale de médecine de Lyon 1902.
- Rapport sur le progrès de la radiographie stéréoscopique. Arch. El. méd., octobre 1900
- ESTANAVE. — Le relief stéréoscopique en projection par les réseaux lignés. C. R. A. S., 29 octobre 1906.

- GUILLEMINGOT. — Rapport sur l'état actuel de l'orthodiagraphie. Congrès d'Angers, 11 août 1903.
- GUILLOZ — Revue médicale de l'Est, 1902
- Examen stéréoscopique radiologique et illusion. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, juin 1902.
 - Rapport sur la stéréoscopie et la stéréométrie radiographique et radioscopique. III^e Congrès international d'Electrologie et de Radiologie, Milan, septembre 1906.
 - Radioscopie stéréoscopique. C. R. A. S., 9 mars 1903.
 - Emploi du réseau à la radiographie stéréoscopique. Société de biologie de Nancy, mars 1904.
 - Le nouveau tube radio-stéréoscopique A. F. A. S. Congrès de Reims, 1907.
- IMBERT et BERTIN-SANS. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 30 mars 1906.
- LAMY. — Corps étranger du tube digestif. Thèse Nancy, 1907.
- MARIE et RIBAUT — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 22 mars 1897.
- Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences, août 1900.
- MUSSY. — Radiographie stéréoscopique par la méthode des réseaux. Thèse Nancy, 1904.
- REMY et CONTREMOULINS. — Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 2 novembre 1896.
- ROULLIÈS et LACROIX. — Radioscopie stéréoscopique. Archives d'Electricité médicale, 1899.
- VILLARD. — Ampoule stéréo-radioscopique. Société française de physique, mars 1902.
- Radioscopie stéréoscopique. Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 8 janvier 1903.
- VIOLLE. — Une nouvelle méthode de la stéréoscopie. C. R. Académie des Sciences, 24 octobre 1907.
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
CHAPITRE I. — De la radiographie et de la radioscopie . .	9
CHAPITRE II. — Avantages comparatifs de la radiographie et de la radioscopie	17
CHAPITRE III. — Inconvénients dans l'examen radiosco- pique et radiographique. — Avantages de la stéréos- copie	23
CHAPITRE IV. — Radiographie stéréoscopique	29
A. — Stéréoscopie radiographique au moyen du stéréoscope et des deux épreuves	31
B. — Stéréoscopie radiographique sans le stéréoscope au moyen d'une seule épreuve. — Méthode des réseaux	36
CHAPITRE V. — Radioscopie stéréoscopique	47
A. — Méthode à éclipses	48
B. — Méthode des réseaux	52
CHAPITRE VI. — Description des appareils	55
CHAPITRE VII. — Des illusions et des causes d'erreur dans la radioscopie stéréoscopique	71
CHAPITRE VIII. — Des mesures en radio-stéréoscopie. . .	77
CONCLUSIONS.	79
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE	81



